

# NON-POLARIZED LIGHT TRANSMISSION METHOD AND DEVICE USING SHORT PULSE LIGHT

**Publication number:** JP9326758 (A)

**Publication date:** 1997-12-16

**Inventor(s):** FUKADA YOICHI +

**Applicant(s):** NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE +

**Classification:**

- international: H04B10/02; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/142; H04B10/152; H04B10/18; H04B10/02; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/142; H04B10/152; H04B10/18; (IPC1-7): H04B10/02; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/142; H04B10/152; H04B10/18

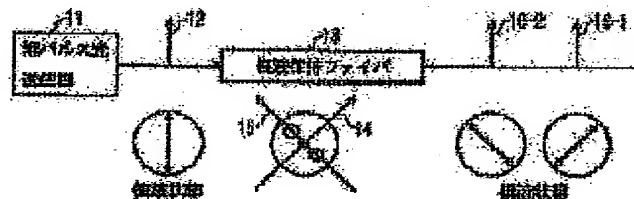
- European:

**Application number:** JP19960141759 19960604

**Priority number(s):** JP19960141759 19960604

## Abstract of JP 9326758 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make suppression of signal waveform deterioration compatible with that of excess noise increase by making one signal bit correspond to a plurality of short light pulses so as to realize non-polarization of one signal bit while satisfying the soliton condition. **SOLUTION:** A short light pulse transmitter 11 outputs one short light pulse 12 with respect to one bit when a signal is in a mark state. The short light pulse 12 is fed to a polarized wave preservation fiber 13 acting like a polarization dispersion element. In this case, the short light pulse 12 is given to the polarized wave preservation fiber 13 so that a power ratio of a fast arrival axis 14 and a delay axis 15 is 1:1. As a result, the short pulse 12 is separated into two short light pulses 16-1, 16-2 in which the polarization state is orthogonal and the non polarized signal light is generated.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-326758

(43)公開日 平成9年(1997)12月16日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 10/02			H 0 4 B 9/00	M
10/18				L
10/152				
10/142				
10/04				

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-141759

(22)出願日 平成8年(1996)6月4日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 深田 陽一

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 古谷 史旺

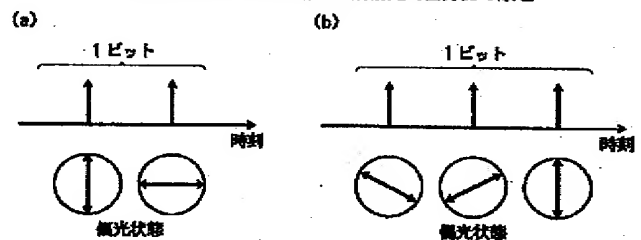
(54)【発明の名称】 短パルス光を用いた無偏光送信方法および装置

(57)【要約】

【課題】 短パルス光を用いた信号波形劣化の抑圧技術と、信号光無偏光化を用いた過剰雑音増大の抑圧技術の併用を可能にする。

【解決手段】 信号1ビットに複数の短パルス光を対応させ、各短パルス光の偏光状態を一定にし、かつ信号1ビット内の各短パルス光の偏光状態を相互に異なるようにして信号1ビットを無偏光化する。

本発明の短パルス光を用いた無偏光送信方法の原理



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 強度変調信号光のマーク送信時に、信号1ビットに対して複数の短パルス光を発生させ、かつ、信号1ビット内の偏光度が0になるように信号1ビット内の各短パルス光の偏光状態を相違させたことを特徴とする短パルス光を用いた無偏光送信方法。

【請求項2】 強度変調信号光のマーク送信時に、信号1ビットに対して1つの短パルス光を発生する手段と、前記短パルス光を入力し、信号1ビットに対して複数の短パルス光を発生させ、かつ信号1ビット内の偏光度が0になるように各短パルス光の偏光状態を相違させる手段とを備えたことを特徴とする短パルス光を用いた無偏光送信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光増幅中継伝送系において、信号波形劣化および過剰雑音を抑制して長距離大容量送信に適する短パルス光を用いた無偏光送信方法および装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光増幅中継伝送系では、信号波形劣化と雑音増大が伝送信号の特性劣化の要因になっている。この内、信号波形劣化は伝送ファイバの分散効果および非線形効果が原因となって生ずる。ファイバの分散効果および非線形効果はともに信号光にチャープを生じさせ、数千km長の光増幅中継伝送系では信号波形を劣化させる。この信号波形劣化の抑圧法としては、ソリトン等の短パルス光を用いて分散効果と非線形効果を相殺する方法が知られている。それは、パルス幅、パルス高さ、ファイバ分散値を最適化し、分散効果によって生じるチャープと非線形効果によって生じるチャープが、図4(a)、(b)に示すように絶対値が等しく符号が反転するように設定すれば、双方のチャープが相殺しあい、信号波形劣化は生じなくなるという方法である。その条件をソリトン条件という。なお、ソリトン条件を満たすためには、通常、パルス幅は10ピコ秒程度以下にしなければならない。

【0003】一方、雑音増大は光増幅中継器で発生する自然放出光が原因になっており不可避の現象であるが、光増幅中継器内に偏光依存性損失がある場合にはさらに雑音増大が著しくなり、伝送特性が過剰に劣化する。すなわち、光増幅中継器内に偏光依存性が存在し、その損失最大偏光状態と信号光の偏光状態が一致すると信号光の過剰な損失が生じ、一方で信号光と偏光状態が直交する自然放出光を過剰に増大させる。数千km長の光増幅中継伝送系では、この効果の累積により過剰な雑音増大が顕著になる。

【0004】このような偏光依存性損失による過剰な雑音増大の抑圧法としては、図5に示すように、信号光を1ビットごとに無偏光化する方法（偏波スクランプリ

2

グ）が有効である（深田 他、“BER fluctuation suppression in optical in-line amplifier systems using polarization scrambling technique”、エレクトロニクスステーズ、Vol.30、No.5、pp.432-433、1994）。ここで、“1”はマーク符号1ビットの信号光の電界を示し、“0”はスペース符号1ビットの信号光の電界を示す。この偏波スクランプリングでは、信号光の偏光状態が高速で変化するので、信号光の偏光状態が損失最大偏光状態に一致することにより生ずる過剰な雑音増大を抑圧することができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来は、短パルス光を用いた信号波形劣化の抑圧技術と、偏波スクランプリング法を用いた過剰雑音増大の抑圧技術は、同時に使用することが不可能であった。第1の理由は、偏波スクランプリング用の偏光変調器の帯域不足である。上記のような10ピコ秒程度の幅の短パルス光に偏波スクランプリングを行うには、100GHz程度の周波数帯域を有する偏光変調器が必要である。しかし、現状で実現している偏光変調器の周波数帯域は10GHz程度である。

【0006】第2の理由は、偏波スクランプリングによって信号波形劣化の抑圧が不可能になることである。一般に、ファイバの非線形効果には、信号光の偏光状態依存性がある。例えば、直線偏光は円偏光に比べて非線形効果が1.5倍大きくなる。短パルス光に偏波スクランプリングを行うと、1つの短パルス光内に直線偏光と円偏光の部分が生じるが、それぞれの部分の非線形効果の大きさが異なるためにソリトン条件が成り立たなくなる。

【0007】本発明は、光増幅中継伝送系において、短パルス光を用いた信号波形劣化の抑圧技術と、信号光無偏光化を用いた過剰雑音増大の抑圧技術の併用を可能にする短パルス光を用いた無偏光送信方法および装置を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】1つの短パルス光の内部で偏光状態が一定であることが、ソリトン条件を満たし、信号波形劣化を抑圧するための条件である。一方、1ビットのタイムスロット内で信号光が無偏光化されていることが、偏光依存性損失による過剰な雑音増大を抑圧するための条件である。従来は、1ビットに1つの短パルス光を対応させていたために、偏光状態一定と無偏光化の両立を図ることが不可能であった。

【0009】本発明の短パルス光を用いた無偏光送信方法および装置では、信号1ビットに複数の短パルス光を対応させることによりこの問題を解決した。例えば、図1に示すように、信号1ビットに複数（(a)では2つ、(b)では3つ）の短パルス光を対応させ、各短パルス光の偏光状態を一定にすることによってソリトン条件を満たす。さらに、信号1ビット内の各短パルス光の偏光状態を相互に異なる（(a)では互いに直交する、(b)では

3

相対的に60度ずつ変化する) ようにして信号1ビットを無偏光化した。

【0010】ソリトン条件が満たされることにより、各短パルス光は形状を保ったまま伝送され、結果として信号波形劣化の抑圧を達成することができる。また、従来の偏波スクランプリングと同様に信号1ビットの無偏光化が実現することにより、偏光依存性損失による過剰な雑音増大を抑圧することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】図2は、本発明の短パルス光を用いた無偏光送信装置の第1の実施形態を示す。図において、短パルス光送信器11は、信号がマーク時に1ビットに対して1つの短パルス光12を出力する。この短パルス光12は、偏波分散素子として機能する偏波保持ファイバ13に入力される。このとき、短パルス光12は、偏波保持ファイバ13の速達軸14と遅延軸15に電力比が1対1になるように入力される。その結果、1つの短パルス光12は、偏光状態が直交する2つの短パルス光16-1、16-2に分離され、無偏光な信号光が作成される。

【0012】図3は、本発明の短パルス光を用いた無偏光送信装置の第2の実施形態を示す。図において、短パルス光送信器11は、信号がマーク時に1ビットに対して1つの短パルス光12を出力する。この短パルス光12は、1対3分波器21に入力されて3つの経路22-1、22-2、22-3に分岐される。経路22-2には、60度の右旋性のファラデー回転子23と、1/3ビット分の遅延器24が挿入され、通過する短パルス光の偏波状態は右方向に60度回転して1/3ビット遅延する。経路22-3には、60度の左旋性のファラデー回転子25と、2/3ビット分の遅延器26が挿入され、通過する短パルス光の偏波状態は左方向に60度回転して2/3ビット遅延する。各経路22-1、22-2、22-3を経た短パルス光は3対1合波器27により合波される。その結果、1つの短パルス光12は、偏光状態が相対的に60度ずつ変化した3つの短パルス光28-1、

4

28-2、28-3に分離され、無偏光な信号光が作成される。

【0013】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の短パルス光を用いた無偏光送信方法および装置は、信号1ビットに複数の短パルス光を対応させ、ソリトン条件を満たしながら信号1ビットの無偏光化を実現することにより、信号波形劣化の抑圧と過剰な雑音増大の抑圧を両立させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の短パルス光を用いた無偏光送信方法の原理を説明する図。

【図2】本発明の短パルス光を用いた無偏光送信装置の第1の実施形態を示すブロック図。

【図3】本発明の短パルス光を用いた無偏光送信装置の第2の実施形態を示すブロック図。

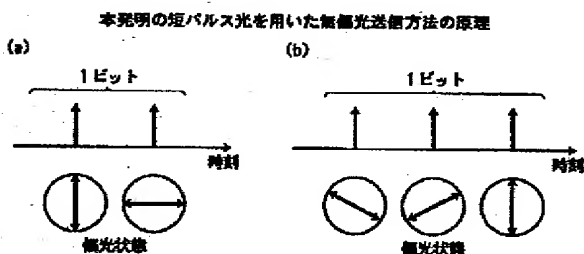
【図4】分散効果および非線形効果により生じるチャープを表す図。

【図5】1ビットごとに無偏光化された信号光の電界を表す図。

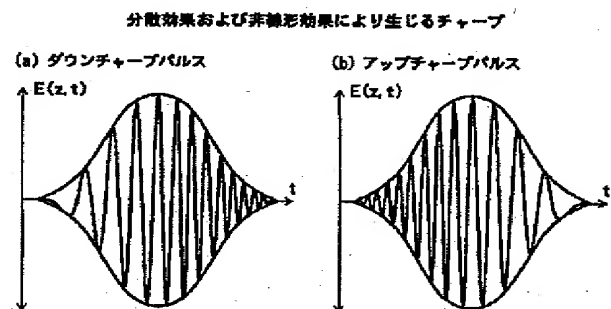
【符号の説明】

- 11 短パルス光送信器
- 12 短パルス光
- 13 偏波保持ファイバ
- 14 速達軸
- 15 遅延軸
- 16 短パルス光
- 21 1対3分波器
- 22 経路
- 23 60度の右旋性のファラデー回転子
- 24 1/3ビット分の遅延器
- 25 60度の左旋性のファラデー回転子
- 26 2/3ビット分の遅延器
- 27 3対1合波器
- 28 短パルス光

【図1】

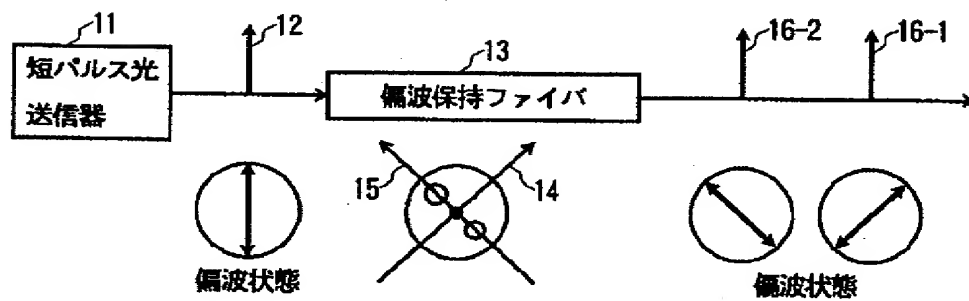


【図4】



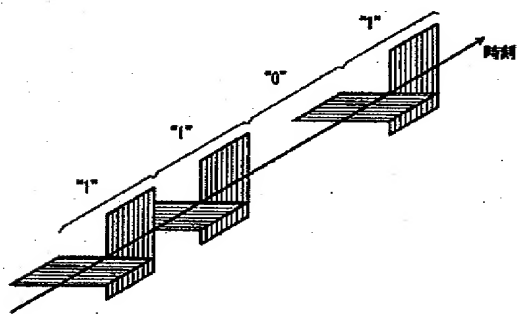
【図2】

本発明の短パルス光を用いた無偏光送信装置の第1の実施形態



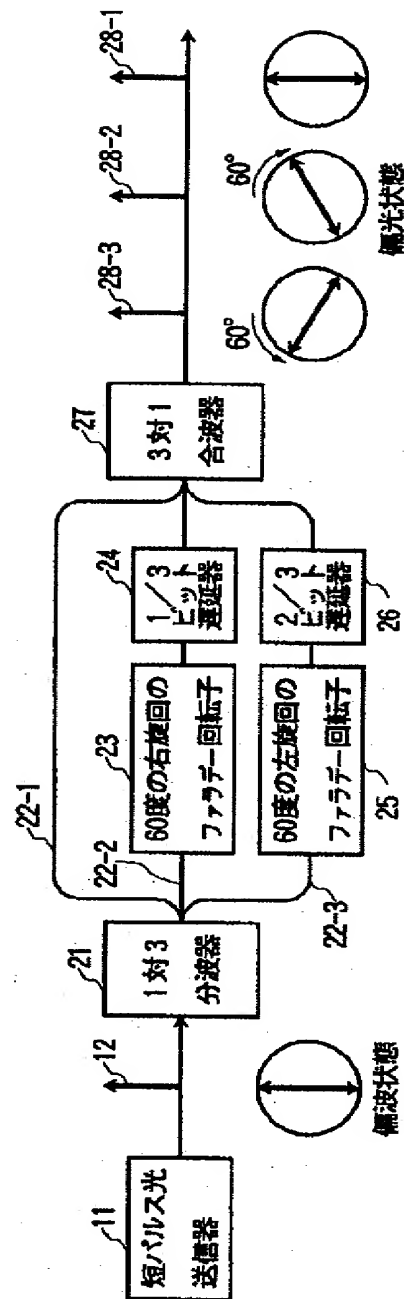
【図5】

1ビットごとに無偏光化された信号光の電界



【図3】

本発明の短パルス光を用いた無偏光送信装置の第2の実施形態



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 4 B 10/06

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所